UNIVERSITÀ DI PISA

ENGINEERING OF FUSION REACTORS

ALESSIO PESETTI

Anno accademico	2023/24
CdS	INGEGNERIA NUCLEARE
Codice	1101I
CFU	6

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
ENGINEERING OF FUSION REACTORS	ING-IND/19	LEZIONI	60	ALESSIO PESETTI

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze
Gli studenti che completano con successo questo corso acquisiranno solide conoscenze sulle configurazioni di confinamento magnetico ed inerziale della reazione di fusione nucleare per il futuro sviluppo di una nuova potenziale fonte di energia. Verranno acquisite conoscenze avanzate sulla macchina Tokamak, con dettagliata comprensione dei principali componenti e dei sistemi ausiliari del reattore sperimentale ITER. Completa il corso una panoramica dei principali impianti di ricerca sulla fusione nucleare, evidenziandone peculiarità e principali differenze.

Modalità di verifica delle conoscenze
Nel corso di un colloquio orale verrà valutata la capacità degli studenti di discutere correttamente gli argomenti presentati durante il corso utilizzando appropriata terminologia. Verrà inoltre valutata la capacità di sintetizzare e confrontare i concetti fondamentali dei contenuti del corso.

Capacità
Il corso fornisce le seguenti competenze principali:

- capacità di comprendere le reazioni di fusione nucleare e le loro implicazioni nel bilancio energetico degli impianti di fusione;
- capacità di comprendere le peculiarità del plasma connesse ai reattori a fusione;
- capacità di comprendere e confrontare configurazioni di confinamento magnetico (tokamak, stellarator ed a campo invertito) ed inerziale;
- capacità di comprendere gli obiettivi della macchina ITER e le configurazioni dei suoi principali componenti;
- capacità di comprendere i principali aspetti e differenze degli impianti di ricerca orientati allo studio della fusione nucleare presneti e futuri.

Modalità di verifica delle capacità
Nel corso di un colloquio orale verranno verificate le competenze acquisite dagli studenti, valutandone il grado di comprensione e la capacità di collegare i diversi argomenti del corso.

Comportamenti
Gli studenti acquisiranno e/o svilupperanno una consapevolezza sullo sfruttamento pacifico della fonte energetica da fusione nucleare. Gli studenti acquisiranno sensibilità e comprensione dei sistemi complessi adottati, sulla base dello studio delle configurazioni del reattore ITER e degli impianti di potenza a fusione nucleare.

Modalità di verifica dei comportamenti
Il colloquio orale accerterà l'attitudine personale dello studente proponendo domande e problemi relativi all'ingegneria della fusione nucleare.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)
Conoscenze e competenze di base di Matematica, Fisica ed Elettromagnetismo a livello di Laurea Triennale. Capacità di comprendere schemi impiantistici e di componenti assemblati.

Indicazioni metodologiche
Lezioni frontali o a distanza (live/registrate via Microsoft Teams), con l'ausilio di slides e video.

UNIVERSITÀ DI PISA

Programma (contenuti dell'insegnamento)

Il corso tratta i seguenti argomenti principali:

- Principali reazioni di fusione, sezioni d'urto, difetto di massa, barriera di Coulomb e tasso di reazione di fusione;
- Bilancio energetico nei reattori a fusione e criteri di Lawson;
- Caratteristiche del plasma (lunghezza di Debye, parametro del plasma, frequenza, conduttività elettrica), perdite di energia del plasma e riscaldamento del plasma;
- Confinamento magnetico del plasma: forza di Lorentz, drift di una singola particella, magnetoidrodinamica (forze di pressione radiali e forze toroidali), parametro beta;
- Specchi magnetici e configurazioni toroidali a confinamento chiuso (tokamak, stellarator, pinch a campo invertito);
- Impianto ITER: componenti principali del tokamak (criostato, magneti, camera a vuoto, blanket, divertore e schermatura termica) e sistemi ausiliari (raffreddamento, vuoto, sistema criogenico, fuel, movimentazione remota e sistema di produzione del trizio);
- Importanza di ITER per l'impianto DEMO, breeding blanket e panoramica dell'impianto DEMO.
- Panoramica generale delle principali macchine di fusione a confinamento magnetico disponibili e in fase di progettazione.
- Fusione a Confinamento Inerziale, riscaldamento diretto e indiretto, principali parametri, impianti disponibili e progetti futuri.
- Cenni alle Reazioni Nucleari a Bassa Energia: Fusione Catalizzata da Muoni, effetti anomali nella Cella Elettrolitica.
- Reattori ibridi e loro applicazione alla chiusura del ciclo del combustibile nucleare.

Bibliografia e materiale didattico

Il materiale didattico principale è costituito dalle diapositive presentate durante le lezioni, disponibili come file PDF via Microsoft Teams.
Maggiori dettagli si possono trovare nei seguenti libri di testo:
Jeffrey P. Freidberg, “Plasma Physics and Fusion Energy”, 1a edizione 2008, Cambridge University Press;
A. A. Harms, K. F. Schoepf, G. H. Miley e D. R. Kingdon, “Principles of Fusion Energy”, giugno 2000, World Scientific.

Indicazioni per non frequentanti

Non sono previste variazioni (sul programma, sull'esame, sulla bibliografia ecc.) per gli studenti non frequentanti.

Modalità d'esame

La preparazione dello studente verrà valutata nel corso di una prova orale, che consiste in un colloquio tra il candidato e la commissione d'esame (di cui il docente è presidente). Nel corso della prova orale al candidato potrà essere richiesto di risolvere anche problemi/esercizi scritti davanti alla commissione.
L'esame si considera superato se lo studente fornisce risposte sufficientemente corrette alle domande proposte.
Non è possibile superare la prova se il candidato mostra incapacità di esprimersi in modo chiaro, non utilizzando la terminologia corretta, oppure se il candidato non risponde in modo sufficiente a domande riguardanti le parti più rilevanti del corso. La prova non avrà esito positivo se il candidato dimostra ripetutamente incapacità di relazionare e collegare parti del programma con nozioni e idee che dovrà combinare per rispondere correttamente alla domanda.
Per sostenere l'esame non è necessario superare prove intermedie, completare progetti didattici, seguire attività di seminari o di laboratorio.

Note

Per ogni ulteriore informazione è possibile contattare il docente via email: alessio.pesetti@unipi.it

Ultimo aggiornamento 08/11/2023 14:03